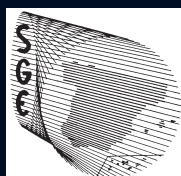


GEOLOGÍA de España



SOCIEDAD
GEOLÓGICA
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

Editor Principal:
J. A. Vera

GEOLOGÍA de España/ Vera, J.A., ed. Pral.- Madrid: Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 2004

pp;ils;30 cm

ISBN: 84-7840-546-1

Incluye bibliografía e índices.

1. Geología regional. 2. Unidad tectónica. 3. Litoestratigrafía. 4. Paleogeografía. 5 España. I. Vera., ed. Pral. II. Sociedad Geológica de España, ed. III. Instituto Geológico y Minero de España, ed.

551 (460)

Se recomienda que este libro se cite de las siguientes formas.

Libro completo:

Vera, J.A. (editor) (2004): *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 890 p.

Capítulos completos:

Pérez-Estaún, A. y Bea, F. (editores) (2004): Macizo Ibérico. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 19-230.

Sopeña, A. (editor) (2004): Cordillera Ibérica y Costero Catalana. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 465-527.

De Vicente, G. (editor) (2004): Estructura alpina del Antepaís Ibérico. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 587-634.

Apartados dentro de un capítulo:

Robles, S. y Pujalte, V. (2004): El Triásico de la Cordillera Cantábrica. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 274-276.

González-Delgado, J.A. (coord.), Civis, J., Dabrio, C.J., Goy, J.L., Ledesma, S., Pais, Sierro, F.J. y Zazo, C. (2004): Cuenca del Guadalquivir. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 543-550.

Gelabert, B. y Sábá, F. (2004): Mallorca y Cabrera: Unidades geológicas y estructura. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 450-452

Mapa Geológico adjunto:

Rodríguez-Fernández, L.R. (editor) (2004): Mapa Geológico de España a escala 1:2.000.000. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid.

Mapa Tectónico adjunto:

Rodríguez-Fernández, L.R. (editor) (2004): Mapa Tectónico de España a escala 1:2.000.000. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid.

CD-Rom adjunto:

Tejero, R. y Fernández-Gianotti, J. (editores) (2004): CD-Rom anexo al libro de Geología de España. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid.

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editores.

De la presente edición:

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

© SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA

© Los autores de sus artículos

NIPO: 405-04-018-0

ISBN: 84-7840-546-1

Depósito Legal: M-28341-2004

Fotocomposición: Inforama, S.A. Príncipe de Vergara, 210. 28002 MADRID

Imprime: Ibergraphi 2002, S.L.L. Mar Tirreno, 7 bis. 28830 SAN FERNANDO DE HENARES (Madrid)

lla y Brieva, que son fundamentalmente areniscosas con intercalaciones lutíticas, pero con registro esporádico de nódulos calcáreos y algunos niveles carbonatados en la base de la Fm Najerilla. El tránsito Cámbrico-Ordovícico se fijó originalmente dentro de la Fm Najerilla (Shergold *et al.*, 1983), pero los datos recientes lo sitúan con gran probabilidad en la parte alta de la Fm Brieva suprayacente (Shergold y Szdzy, 1991), que podría ser enteramente cámbrica (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002). La escasez de información estratigráfica y paleontológica dentro de todas estas formaciones, hace muy difícil la reconstrucción paleoambiental; de todos modos, las condiciones sedimentarias debieron variar entre sublitorales y, en ocasiones, litorales, como es el caso de la Fm Valconchán, cuyos materiales se han interpretado como los depósitos de playa que culminarían la regresión que se desarrolló desde el Caesaraugustiense superior hasta cerca del límite con el Ordovícico.

5.2.3. El margen pasivo ordovícico-silúrico

(J.C. Gutiérrez-Marco, P. Herranz, A. Pieren, I. Rábano, G.N. Sarmiento, M.A. de San José, A. Barnolas y E. Villas)

Las sucesiones ordovícico-silúricas presentan cierta heterogeneidad en todo el ámbito considerado y su conocimiento es bastante desigual. En la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica se localizan las primeras referencias de fósiles (CD-5-3) y rocas de ambos periodos para el conjunto de la Península Ibérica (Torrubia, 1754; Verneuil y Collomb, 1853), destacando posteriormente los trabajos de Riba (1959) y Villena (1976) como fuente de los primeros estudios estratigráficos modernos. Sin embargo, las investigaciones en la Cordillera Ibérica se polarizaron muy pronto hacia el Paleozoico de la Rama Aragonesa, a raíz de los trabajos de Dereims (1898) y Lotze (1929), dado que es allí donde las rocas ordovícico-silúricas presentan unos afloramientos más extensos y con mejores condiciones de observación. Desde entonces, la sucesión prevarisca de la Rama Aragonesa pasó a ser considerada como representativa para el conjunto de la Cordillera Ibérica, aún cuando las sucesiones mantienen importantes diferencias y, entre otros factores, la orientación estructural varisca de los núcleos paleozoicos es muy distinta en ambas ramas (esencialmente N-S en la Rama Castellana, y NO-SE en la Rama Aragonesa).

Los estudios del Paleozoico inferior de la Cordillera Costero-Catalana se inician a finales del siglo XIX y principios del XX con diversos trabajos de Almera y sus discípulos recopilados y precisados por Faura y Sans (1913) y la escuela de Göttingen (Schriel, 1929; Ashauer y Teichmüller, 1935). Los principales progresos en el estudio de detalle del conjunto de la sucesión se deben a Puschmann (1968), Julivert *et al.* (1985, 1987), Julivert y Durán (1990, 1992), Villas *et al.* (1987), Barnolas y García-Sansegundo (1992) y Sanz-López *et al.* (1998, 2000), entre otros.

La sucesión más completa para el Ordovícico y Silúrico de la Cordillera Ibérica se localiza en la Rama Aragonesa (Fig. 5.5). El límite Cámbrico-Ordovícico se ubica paleontológicamente en la parte media-superior de la Fm Borrachón (Shergold y Szdzy, 1991): una sucesión de limolitas y pizarras (320-900 m) con algunas intercalaciones arenosas. Por encima de ella, y de acuerdo con el marco litoestratigráfico establecido por Wolf (1980) y su registro fosilífero, la sucesión prosigue con cuarcitas tremadocienses de la Fm Deré (420-850 m), seguidas de una nueva unidad con predominio

de limolitas y pizarras verdosas a marrones (Fm Santed, 200-950 m), en cuya parte media se localiza el límite Tremadociense-Arenigiense. La Cuarcita Armoricana (450-650 m: Arenigiense medio) corona el conjunto de esta sucesión continua desde el Cámbrico, y está formada por dos miembros cuarcíticos en bancos gruesos, separados por 100-150 m de alternancias de areniscas, limolitas y cuarcitas impuras. En la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, los materiales más antiguos que afloran (sierras de Aragoncillo y de El Pobo-Sierra Menara) son más de 450 m de pizarras y cuarcitas equiparables con la Fm Santed, aunque a veces han sido descritos como cámbricos. La Cuarcita Armoricana (espesor medio: 450 m) representa aquí una sucesión muy variable que combina las típicas cuarcitas en bancos gruesos con tramos de alternancias areniscosas y limolíticas, que en conjunto, definen dos episodios sedimentarios principales separados por discontinuidades de amplitud desconocida (Herranz *et al.*, 2003).

Por encima de la Cuarcita Armoricana, el Ordovícico Medio muestra un desarrollo bastante diferente en las dos ramas de la Cordillera Ibérica, y aún dentro de la misma Rama Castellana (Fig. 5.5). En la Rama Aragonesa, la Fm Castillejo (Villas, 1983, 1985: 155-320 m) está compuesta por pizarras y areniscas, predominando las primeras en la mitad inferior de la unidad (Mb Alpartir) y las segundas hacia su parte alta (Mb Sierra). La Fm Castillejo se apoya discontinuamente sobre la Cuarcita Armoricana, mediante un miembro basal pizarroso con capas de hierro oolítico (Mb Marité). La edad para el conjunto de la sucesión es Oretaniense superior temprano a Dobrotiviense superior tardío. En la Rama Castellana, el equivalente de la Fm Castillejo son las Fms Villar del Salz y San Marcos (Herranz *et al.*, 2003). La primera

		CORDILLERA IBÉRICA		CORDILLERA COSTERO CATALANA
		RAMA CASTELLANA	RAMA ARAGONESA	
DEV.	LOCHKOVIENSE		Fm. Noqueras	Fm Olorda
	PRIDOLI	?	Fm Luesma	Fm La Creu
	LUDLOW	-----?		
	WENLOCK	Fm Bádenas	Fm Bádenas	Pizarras Negras Graptolíticas
SILÚRICO	LLANDOVERY	Fm Los Puertos	Fm Los Puertos	-----?
	KOSOVENSE	Fm Orea	Fm Orea	Fm Avanco/Fitor
	KRALODVORIENSE	Fm Ojos Negros	Fm Cal. Cistoideos	Fm Mas Cals
	BEROUNIENSE		Fm Fombuena	Fm Els Metges Conglom. S. Cabria
ORDOVÍCICO		Fm San Marcos		
	DOBROTIVIENSE	Fm Villar del Salz	Fm Castillejo	
	ORETANIENSE			
	ARENIGIENSE	Fm Cuarcita Armoricana	Fm Cuarcita Armoricana	
		¿ Fm Santed ?	Fm Santed	
	TREMADOCIENSE	?	Fm Deré	Grupo Heterolítico Inferior de Les Gavarres
CÁM.	SUPERIOR		Fm Borrachón	
			Fm Valconchán	

Figura 5.5.- Correlación entre las unidades litoestratigráficas del Ordovícico y Silúrico de las Cordilleras Ibérica y Costero-Catalana. Las líneas verticales representan lagunas estratigráficas.

incluye un miembro basal de pizarras y grauvacas (50-70 m: Arenigiense-Oretaniense inferior), en tránsito rápido desde la Cuarcita Armoricana, que no tiene equivalente en la Rama Aragonesa. Le siguen 100-300 m de micrograuvacas y pizarras con algunas intercalaciones de areniscas, con capas de hierro oolítico hacia la base y parte media de este miembro (Oretaniense superior? a Dobrotiviense inferior basal). Por encima está la Fm San Marcos (40-170 m), con dos miembros cuarcíticos separados por uno intermedio de pizarras, atribuyéndose antiguamente las cuarcitas en exclusiva al conjunto Ordovícico Superior, al ser erróneamente interpretadas como en continuidad o equivalencia lateral con las "calizas del Cabezo". La edad de la Fm San Marcos es Dobrotiviense a Berouniense basal, situándose por tanto el límite Ordovícico Medio-Superior hacia la parte media de la formación. En el S del Macizo de Aragoncillo, la Fm Villar del Salz consiste principalmente en pizarras con nódulos fosilíferos (Dobrotiviense), y la Fm San Marcos no muestra los miembros típicos. En el gran anticlinorio alpino de Albarracín es posible reconocer las Fms Villar del Salz y San Marcos, con un desarrollo bastante similar al de sus localidades características.

Los materiales del Ordovícico Superior de la Rama Castellana comprenden una gran variedad de sucesiones en los diferentes macizos en los que afloran. En los más orientales, el Berouniense está restringido a la parte alta de la Fm San Marcos, mientras que, en la Sierra de Albarracín, una potente alternancia de areniscas, pizarras y cuarcitas (Fm Bronchales: aprox. 150-200 m, CD-5-4), alcanza edades mucho más jóvenes (Berouniense medio y superior). Todas las unidades mencionadas dan paso a los materiales carbonatados de la Fm Ojos Negros (Kralodvoriense: 0-90 m), que se apoya en discontinuidad sobre la Fm San Marcos, y que es aparentemente continua sobre la Fm Bronchales. Las dolomías masivas características de la unidad suelen estar precedidas por un miembro inferior (0-15 m) de pizarras verdes o margas fosilíferas, y el techo de la sucesión es una discontinuidad erosiva, o incluso consiste en un paleokarst abierto con relleno ferruginoso (minas de Ojos Negros; CD-5-5). Estas discontinuidades están relacionadas con el descenso eustático ligado a la glaciación finiordevícica, tras cuyos máximos se depositan pizarras con cantos de origen glaciomarinero (Fortuin, 1984; CD-5-6), encuadrados en la Fm Orea (0-50 m: Kosoviense). Ésta suele verse cubierta por otra unidad cuarcítica (Fm Los Puertos: 1-80 m), en la que se efectúa el tránsito al Silúrico.

En la Rama Aragonesa (Fig. 5.5), la sucesión del Ordovícico Superior comienza con una discontinuidad en la base de la Fm Fombuena (Villas, 1983, 1985), posiblemente relacionada con la Discordancia Sárdica *s. str.* La unidad incluye un miembro inferior (Mb Piedra del Tormo: 8-10 m), formado por margas fosilíferas con una capa de hierro oolítico en la base, a las que suceden 50-110 m de alternancias arenosas (Mb Huerva), siendo todo el conjunto representativo del Berouniense medio y superior. Las facies calcáreas del Kralodvoriense (aquí llamadas Fm Caliza de Cistoideos: Hammann, 1992) adquieren un desarrollo desigual, con presencia de calizas masivas (Mb Rebollarejo: 0-45 m) tan sólo en sus facies occidentales, interpretadas como montículos bioconstruidos (Vennin *et al.*, 1998). Los materiales del Ordovícico terminal están representados por la Fm Orea (aprox. 20 m), seguida por la cuarcita del tránsito Ordovícico-Silúrico (Fm Los Puertos: 20-40 m).

En la Cordillera Costero-Catalana no existen evidencias

concluyentes de la existencia de materiales del Ordovícico Inferior y Medio, si bien la sucesión ordovícica podría comenzar hacia la parte superior de una potente unidad heterolítica, esencialmente esquistosa (Fig. 5.5), que ha recibido diferentes nombres y subdivisiones en distintos afloramientos desconectados entre sí ("Series" de Osor y Susqueda en Les Guilleries: Durán, 1985; "Serie" heterolítica inferior en Les Gavarres: Barnolas y García-Sansegundo, 1992; "Unidad" de Picamoixons en Miramar: Melgarejo, 1992). Para este conjunto se ha postulado una edad cambro-ordovícica, fundada en su correlación con los grupos de Canavelles y Jujols del Pirineo central y oriental. Las intercalaciones de areniscas con *Cruziana* y braquiópodos, conocidas en varias localidades, han sido reasignadas recientemente al Cámbrico Inferior (Sanz-López *et al.*, 2000), aunque el horizonte paleontológico más moderno podría alcanzar, eventualmente, una edad ordovícica: contiene fragmentos de trilobites y braquiópodos (en estudio), que fueron localizados en Les Gavarres a unos 200-250 m del techo de la sucesión (Barnolas y García-Sansegundo, 1992). Cabe también la posibilidad de que la posición estratigráfica del nivel más antiguo de los referidos por Villas *et al.* (1987) pueda corresponder a la parte más alta de este conjunto cambro-ordovícico, y los fósiles del yacimiento Guilleries-1 sean de edad Dobrotiviense (con *Eorhipidomella* y un braquiópodo estrofoménido).

Al grupo inferior, mal datado, le sigue un conjunto de hasta 2000 m de espesor, atribuido al Ordovícico Superior en función de algunos niveles paleontológicos y a la correlación con una sucesión similar del Pirineo. Se trata de la clásica secuencia postsárdica, comparable también con la del Ordovícico Superior del SO de Cerdeña, que se encuentra delimitada por una discontinuidad basal cuya laguna podría equivaler al Ordovícico Medio (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002), al menos en parte (como mínimo al Dobrotiviense superior-Berouniense inferior). La naturaleza de este contacto (Discordancia Sárdica *s. str.*) no ha sido aclarada todavía en la Cordillera Costero-Catalana: algunos trabajos no reconocen ninguna discontinuidad estratigráfica y suponen un tránsito gradual entre los dos grupos (Juvivert *et al.*, 1987; Juvivert y Durán, 1990).

La sucesión del Ordovícico Superior (Fig. 5.5) se inicia con 0-50 m de conglomerados (Fm Sant Cebrià), equiparables a la Fm Rabassa del Pirineo o a la "Pudding" (= Fm Monte Argentu) de Cerdeña. Por encima hay hasta 600 m de rocas volcánicas (ácidas a calcoalcalinas) y volcanosedimentarias (Fm Els Metges), que intercalan lutitas y grauvacas fosilíferas de edad Berouniense a Kralodvoriense basal (ver Villas *et al.*, 1987). Le sigue una sucesión potente (más de 600 m) de limolitas y pizarras de color marrón (Fm Mas Cals), que en su mitad inferior incluye calizas fosilíferas (1-9 m) con invertebrados y conodontos del Kralodvoriense (Sarmiento *et al.*, 1995). La mitad superior tiene tramos oquerosos, con cantos descalcificados y fósiles kralodvorienses probablemente reelaborados, que podrían representar el tránsito al Kosoviense. La sucesión ordovícica culmina con 50-600 m de pizarras gris-azuladas a negras, con frecuentes intercalaciones delgadas de areniscas y algunos *slumps*, que tipifican a la Fm Avençó del Montseny (Puschmann, 1968) o a su equivalente lateral, la Fm Fitor de Les Gavarres (Barnolas y García-Sansegundo, 1992). Esta unidad ha sido correlacionada con la Fm Ansovell del Pirineo, que representa a las facies glaciomarineras del Kosoviense (Gil-Peña *et al.*, 2001) y, como ésta, a veces puede incluir una cuarcita terminal (muy discontinua, pero equivalente a la Fm Bar y en tránsito al Silúrico).

El Silúrico de la Cordillera Costero-Catalana se desarrolla en continuidad con las facies lutíticas del Ordovícico terminal, y comienza con una unidad de unos 100 m de pizarras negras graptolíticas que, en su mitad inferior, intercalan lilitas y algunos niveles de doleritas, mientras que en su mitad superior existen finas intercalaciones arenosas y una alternancia lutítico-margosa que sirve de tránsito a la siguiente unidad (Fig. 5.5). Los numerosos hallazgos de graptolitos, conocidos desde finales del XIX, así como las aportaciones modernas (Julivert *et al.*, 1985; Roqué, 1999; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999b, con síntesis de referencias previas), revelan la existencia de una sucesión muy completa, desde la misma base del Silúrico hasta el techo del Ludlow inferior. A las pizarras negras les sucede una secuencia carbonatada formada por dos unidades (Julivert *et al.*, 1987; Julivert y Durán, 1990). La inferior es una caliza masiva (Fm La Creu, 30-40 m) datada como Ludlow superior-Pridoli, y equivalente en posición estratigráfica a la “caliza de *Scyphocrinites*” u *Ockerkalk* del Silúrico en facies mediterránea. Por encima hay 2-15 m de pizarras negras, con graptolitos del límite Silúrico-Devónico, escifocrinoideos y euriptéridos (Ferrer *et al.*, 1992), que corresponden al miembro basal de la Fm Olorda, una sucesión esencialmente carbonatada (30-40 m) de edad Lochkoviense-Praguense (García-López *et al.*, 1990).

En la Cordillera Ibérica, el límite Ordovícico-Silúrico se sitúa dentro de las cuarcitas de la Fm Los Puertos (CD-5-7), tal y como ha sido constatado por su contenido fosilífero (Gutiérrez-Marco y Storch, 1998). En ocasiones, la Fm Los Puertos se apoya en disconformidad (intra-Kosoviense) sobre las pizarras con cantos de la Fm Orea, sin que exista una auténtica discontinuidad entre el Ordovícico y el Silúrico. En el Eje de Sierra Menera, la Fm Los Puertos fosiliza un paleokarst desarrollado sobre la Fm Ojos Negros. Los materiales exclusivamente silúricos comprenden dos unidades principales: la primera de ellas está formada esencialmente por pizarras oscuras a negras con intercalaciones de tramos arenosos (Fm Bádenas: 900-1400 m); y la segunda comprende cuarcitas y pizarras con intercalaciones de niveles microconglomeráticos, oolíticos y lumauquelas (Fm Luesma: aprox. 225 m). La Fm Bádenas contiene en su parte inferior numerosos niveles graptolíticos del Telychiense (Llandovery superior), conocidos en las dos ramas de la Cordillera Ibérica (CD-5-8). Los fósiles del Wenlock y Ludlow son más escasos, pero en la Rama Aragonesa los horizontes correspondientes contienen braquiópodos, trilobites, equinodermos y conodontos (Carls, 1977). En la Rama Castellana predominan las facies graptolíticas hasta el Ludlow inferior, en el que la Fm Bádenas aparece cortada por el nivel de erosión actual de los núcleos paleozoicos. La unidad se presenta completa en la Rama Aragonesa, donde alcanza el Ludlow superior. La Fm Luesma suprayacente, ha proporcionado en su miembro inferior cuarcítico-pizarroso invertebrados del Pridoli, sucedidos por otros niveles fosilíferos del Devónico basal, ya en el miembro medio de la formación (Carls, 1977).

Como consideraciones finales, se constata el diferente desarrollo facial y estratigráfico de la sucesión ordovícico-silúrica entre la Cordillera Ibérica y la Cordillera Costero-Catalana, imputable a su pertenencia a distintos ámbitos paleogeográficos en el Paleozoico inferior (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1998, 2002; Robardet, 2002; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002). Dentro de la Cordillera Ibérica, también existen diferencias sustanciales entre la continuidad y desarrollo de la sucesión ordovícica en ambas ramas (Aragonesa y Cas-

tellana) y, durante la mayor parte del Ordovícico Medio y Superior, incluso dentro de la propia Rama Castellana (en sentidos N-S y NO-SE).

5.2.4. La sedimentación marina devónico-carbonífera

(P. Carls, R. Gozalo, J.I. Valenzuela-Ríos y M. Truyols-Massoni)

El Devónico en la Cordillera Ibérica está representado por una sucesión de más de 4000 m de potencia que corresponde fundamentalmente a materiales siliciclásticos con algunos niveles de calizas bioclásticas y margas. La secuencia litológica y paleontológica todavía no se conoce en su totalidad, y no hay ningún afloramiento que presente la sucesión estratigráfica completa (Fig. 5.6), por tanto, se ha reconstruido a partir de numerosas secciones parciales. Dentro del conjunto de afloramientos devónicos de la Cordillera Ibérica destacan cinco grandes áreas que, de N a S, son: Tabuenca (Zaragoza), donde está expuesta una potente secuencia del Devónico Superior (Gozalo, 1994; Gozalo *et al.*, 2001; Carls y Valenzuela-Ríos, 2002); Nigüella (Zaragoza), con los afloramientos más septentrionales del Devónico Inferior de la Cordillera Ibérica, y cuyo contenido paleontológico ha permitido realizar correlaciones suprarregionales con el Macizo Esquistoso Renano (Valenzuela-Ríos, 1989; Carls y Valenzuela-Ríos, 1998, 2002); la Depresión axial del río Cámaras (Zaragoza), el área más importante para establecer la estratigrafía del Devónico Inferior y Medio y para correlaciones internacionales detalladas (ver Carls, 1999); el Anticlinal de Montalbán (Teruel), con dos conjuntos de afloramientos (Anadón-Huesa y Cabezos Altos) del Devónico Inferior y Superior (Carls y Lages, 1983; Carls, 2002; Carls y Valenzuela-Ríos, 2002); y Henarejos (Cuenca), el área más meridional con materiales del Devónico Inferior.

El Devónico comienza dentro de la Fm Luesma (Pridoli-Lochkoviense temprano), una alternancia de lutitas y cuarcitas de 225 m de potencia, con escasas intercalaciones de caliza. Se compone de tres miembros, cada uno de los cuales comienza con capas potentes de ortocuarcitas blancas que hacia techo pasan a una alternancia de cuarcitas y lutitas; hay acumulaciones de fosfato y hierro oolítico. El límite Silúrico/Devónico (Fig. 5.6), se sitúa dentro de la parte superior del miembro medio (Carls, 1977; Carls y Valenzuela-Ríos, 2002). El cese brusco de los aportes siliciclásticos marca el comienzo de la Fm Nogueras (140 m), constituida por calizas lumauquéticas, margas, limos y lutitas con algunos paleocanales arenosos; el tránsito Lochkoviense / Praguense se sitúa hacia la parte media de la unidad (Fig. 5.6). Dicho límite coincide con un pulso transgresivo producido por una ligera elevación del nivel del mar que se observa en toda Ibero-Armórica (Carls, 1988; Carls y Valenzuela-Ríos, 2002; Valenzuela-Ríos y Carls, 1996). La Fm Santa Cruz (300 m) consta de rocas siliciclásticas (areniscas y lutitas) con algunas capas carbonatadas y presenta ritmotemas comparables a los que aparecen en niveles coetáneos en la Rada de Brest (Carls, 1988, 2002; Carls y Valenzuela-Ríos, 2002; Guillocheau, 1991). El límite Pragiense/Emsiense debe situarse dentro de esta formación. Es importante notar que la presencia de varios taxones de braquiópodos, como *Acrospirifer* aff. *primaevus* en la parte media de la unidad en Nigüella, sugiere la conexión entre la cuenca iberoarmórica y el Renohercínico y, por lo tanto, contradice la opinión de la existencia de un Océano Reico separando estas áreas durante el Devó-